

Влияние градиента состава на доменную структуру в монокристаллах ниобата лития и танталата лития

В.И. Пряхина¹, А.Р. Ахматханов¹, Е.Д. Грешняков¹, Б.И. Лисьих¹, П.С. Зеленовский¹,
В.Я. Шур¹, А. Bartasyte²

¹*Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет, 620000 Екатеринбург, Россия
viktoria.pryahina@urfu.ru*

²*Институт FEMTO-ST, F25030 Безансон, Франция*

Исследовалась доменная структура в монокристаллах ниобата лития (LN) и танталата лития (LT) с градиентным составом двух типов: отклонение от стехиометрии, полученное при высокотемпературном VTE отжиге, и восстановление при ионно-плазменном облучении в атмосфере Ar.

Influence of composition gradient on domain structure in lithium niobate and lithium tantalate crystals

V.I. Pryakhina¹, A.R. Akhmatkhanov¹, E.D. Greshnyakov¹, B.I. Lisjikh¹, P.S. Zelenovskiy¹,
V.Ya. Shur¹, A. Bartasyte²

¹*School of Natural Sciences and Mathematics, Ural Federal University, 620000 Ekaterinburg, Russia*

²*Time Frequency Department, FEMTO-ST Institute, F25030 Besançon, France*

The domain structure in lithium niobate (LN) and lithium tantalate (LT) single crystals with two types of composition gradients: stoichiometry deviation from VTE process and reduction with plasma-source ion irradiation.

Исследовались пластины LN и LT толщиной 0.5 мм исходно конгруэнтного состава, в которых пространственный градиент состава создавался путем обработки пластины одним из следующих методов. Высокотемпературный отжиг в парах лития (VTE) (1100-1300 °C, 24-100 часов) позволял создавать симметричный вдоль Z полярной оси пространственный градиент состава с отклонением от стехиометрического (соотношение Li/Nb от 50% до 48,5%). Ионно-плазменное облучение в атмосфере Ar (400-500 °C, 4-8 минут) Z+ полярной поверхности кристаллов позволяло создавать приповерхностные слои с восстановленными свойствами и дефицитом лития на поверхности.

Для определения распределения состава использовалась комбинация методов конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния, оптической спектрофотометрии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Доменная структура в объеме кристалла визуализировалась с помощью неразрушающих методов конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния и сканирующей микроскопии второй гармоники. Визуализации с помощью оптической микроскопии и сканирующей электронной микроскопии проводилась после селективного химического травления кристаллов.

VTE отжиг кристаллов LT приводил к формированию исходной доменной структуры при переходе T_C (~655 °C). Исследование доменной структуры в объеме кристаллов позволило различить два типа структуры. Показано, что в объеме пластины формируется сплошная заряженная доменная стенка неправильной волнообразной формы (Рисунок 1а). Средняя глубина залегания такой стенки составила 300±10 мкм, а шероховатость 22±3 мкм. В объеме кристалла от полярной поверхности до этой стенки вблизи поверхностей наблюдаются изолированные домены. Визуализация поверхности кристалла, отполированного под малым углом (<1°) к Z полярной грани, с помощью сканирующей электронной микроскопии позволила определить, что форма изолированных доменов изменяется от шестиугольной вблизи поверхности к треугольной

в объеме. Такое распределение формы доменов определяется локальным составом кристалла [1].

Ионно-плазменное облучение LN и LT создает в пластинах неоднородное (градиентное) распределение проводимости, характеризующееся наличием кислородных вакансий [2]. Переключение поляризации в таких кристаллах приводит к формированию доменной структуры с заряженными доменными стенками зигзагообразной формы типа «хвост-к-хвосту» в объеме вблизи Z^+ полярной поверхности и «голова-к-голове» вблизи Z^- поверхности (Рисунок 1b). Глубина прораствания доменной структуры с заряженными доменными стенками типа «хвост-к-хвосту» зависит от параметров облучения и определяется толщиной модифицированного слоя. Апертура и период заряженных доменных стенок зависят от параметров переключающего импульса. Контроль параметров облучения и переключающего импульса позволяет реализовать внутриобъемное переключение поляризации.

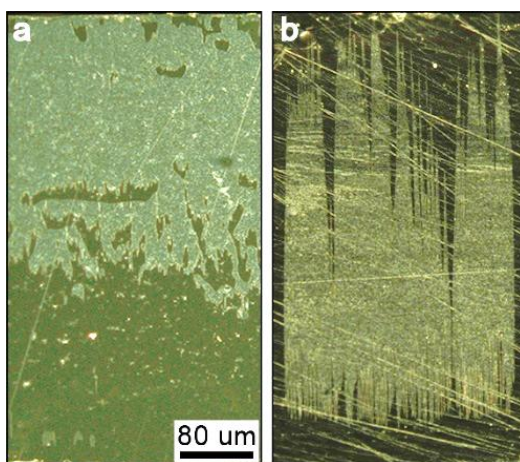


Рисунок 1. Доменная структура на боковом срезе (a) LT после VTE отжига, (b) после переключения поляризации в облученном LN. Оптическая микроскопия.

В работе использовалось оборудование Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии» ИЕНиМ УрФУ.

1. V.Ya. Shur, et al., *Ferroelectrics* **269**, 195 (2002).
2. V.I. Pryakhina, D.O. Alikin, S.A. Negashev, V.Ya. Shur, *Ferroelectrics* **496**, 79 (2016).